МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Утверждено

В составе образовательной программы
Учебно-методическим советом ВГТУ
21.02.2024 г протокол № 6

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
Профессионального модуля

ПМ03 Осуществление технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники

Специальность: 11.02.13 Твердотельная электроника

Квалификация выпускника: техник

Нормативный срок обучения: 1 год 10 месяцев **на базе** среднего основного общего образования
Форма обучения: очная
Год начала подготовки: 2024

Программа обсуждена на заседании методического совета СПК
14.02.2024 года Протокол № 6
Председатель методического совета СПК _____ Сергеева С. И.

Программа одобрена на заседании педагогического совета СПК
16.02.2024 года Протокол № 5
Председатель педагогического совета СПК _____ Донцова Н.А.

2024

Программа профессионального модуля разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования

_11.02.13 Твердотельная электроника

Утвержденным приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2022 г. N 674.

Организация-разработчик: ВГТУ

Разработчики:
Федорова Елена Николаевна, преподаватель первой категории
Ф.И.О., ученая степень, звание, должность

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ 4

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
3.1. Требования к материально-техническому обеспечению 20
3.2. Перечень нормативных правовых документов, основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения профессионального модуля 20
3.3. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных, информационных справочных систем ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебной профессионального модуля 23
3.4. Особенности реализации профессионального модуля для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья 24

4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (ВИДА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ) 25

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

ПМ 03. Осуществление технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники

1.1 Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля

В результате изучения профессионального модуля обучающийся должен освоить основной вид деятельности: осуществление технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники.

Рабочая программа профессионального модуля (далее - программа) - является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности *11.02.13 Твердотельная электроника* входящей в состав укрупненной группы специальностей 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи».

1.1.1 Перечень общих компетенций

Код	Наименование компетенции	Показатели освоения компетенции (знания, умения)
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	**Умения:** распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составлять план действия; определять необходимые ресурсы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовывать составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)
		Знания: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для	**Умения:** определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать

	выполнения задач профессиональной деятельности	получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение; использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач
		Знания: номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	**Умения:** организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности
		Знания: психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; основы проектной деятельности
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	**Умения:** понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые); писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы
		Знания: правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; особенности произношения; правила чтения текстов

		профессиональной направленности

1.1.2 Перечень профессиональных компетенций

Основные виды деятельности	Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции
осуществление технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники.	ПК 3.1. Осуществлять подготовку и запуск технологического оборудования для производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники.	**иметь практический опыт:** подготовки и запуска технологического оборудования для производства изделий твердотельной электроники и фотоники; **уметь:** выполнять подготовку и запуск технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники; измерять параметры и режимы работы технологического оборудования; **знать:** типы и устройство технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники и фотоники; правила запуска и эксплуатации технологического оборудования; параметры и режимы работы технологического оборудования; современные разработки в области технологии материалов электронной техники
	ПК 3.2. Устанавливать, контролировать и регулировать параметры и режимы технологических установок для производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники.	**иметь практический опыт:** установки, контроля и регулировки параметров и режимов технологических установок для производства изделий твердотельной электроники и фотоники ; **уметь:** регулировать параметры и режимы технологического оборудования; выполнять аварийное выключение технологического оборудования; оформлять необходимую техническую документацию; осуществлять входной контроль и подготовку материалов и изделий перед выполнением операций технологического процесса; проводить простейшие расчёты основных технологических процессов **знать:** порядок регулировки параметров и режимов технологического оборудования; возможные причины отказов в работе технологического оборудования; техническую и технологическую документации; особенности конструкций разных видов изделий твердотельной электроники и фотоники;
	ПК 3.3. Выполнять	**иметь практический опыт:** выполнения

	операции технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники (по видам).	операций технологического процесса производства изделий твердотельной электроники; исследования основных характеристик материалов электронной техники; поиска актуальной информации по современным и перспективным технологиям материалов электронной техники **уметь**: выполнять операции технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники в соответствии с технологической документацией; корректировать параметры и режимы работы технологического оборудования для исключения брака в изделиях твердотельной электроники; определять оптимальные режимы отдельных технологических методов; проводить исследования параметров материалов электронной техники; оценивать качество изделий твердотельной электроники при визуальном и параметрическом контроле; **знать:** материалы и технологические процессы, применяемые для изготовления изделий твердотельной электроники; методы пооперационного изготовления изделий твердотельной электроники; режимы технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники; влияние режимов технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники на параметры и характеристики изделий твердотельной электроники; виды дефектов изделий твердотельной электроники, возникающие в технологическом процессе; основные технологические методы и приемы получения материалов с заданными свойствами;

1.1.3 Анализ сопряжения планируемых результатов освоения профессионального модуля с требованиями профессиональных стандартов:

ФГОС СПО	**Профессиональный стандарт (ПС), обобщенные трудовые функции (ОТФ)**
готовится к следующим **видам деятельности:**	
осуществление технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники;	29.002 Специалист технического обеспечения технологических процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники *Оперативная подготовка оборудования к производству приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий*

1.2 Количество часов, отводимое на освоение профессионального модуля:

Всего – 256 часов.

Обязательная часть – 212 часов.

Вариативная часть – 0 ч.

Объем практической подготовки – 122 ч.

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

ПМ 03. Осуществление технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники

2.1. Структура профессионального модуля

Коды формируемых профессиональных и общих компетенций	Наименования МДК, практик	Суммарный объем, час.	В том числе в форме практической подготовки	Объем профессионального модуля, ак. час.								
				Работа обучающихся во взаимодействии с преподавателем								Промежуточная аттестация (семестр)
				Обучение по МДК						Практики		
				ВСЕГО с преподавателем, час	В том числе, час.				Самостоятельная работа	Учебная	Производственная	
					Лекции	Лабораторные и практические занятия	Консультации	Курсовая работа (проект)				
ПК3.1 ПК3.2 ПК3.3 ОК1 ОК2 ОК4 ОК9	**МДК.03.01** Технология производства изделий твердотельной электроники	130	40	100	50	50			30			
ПК3.1 ПК3.2 ПК3.3 ОК1 ОК2 ОК4 ОК9	**МДК.03.02** Технология материалов электронной техники	48	10	40	30	10			2			6
ПК3.1 ПК3.2 ПК3.3 ОК1 ОК2 ОК4 ОК9	**УП.03.01** Учебная практика	36	36	36						36		
ПК3.1 ПК3.2	**ПП.03.01** Производственная	36	36	36							36	

ПК3.3 ОК1 ОК2 ОК4 ОК9	практика											
	ПМ03.01(К) Экзамен по модулю	**6**	**-**	-					-	-	-	6
	ВСЕГО:	**256**	**122**	**212**	**80**	**60**			**32**	**36**	**36**	**12**

2.2 Тематический план и содержание профессионального модуля

Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем	**Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)**		**Объем часов**	***Формируемые знания и умения, практический опыт, ОК, ПК***
МДК.03.01 Технология производства изделий твердотельной электроники			130	**ПК3.1-3.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9**
Раздел 1. Способы получения моно кристаллических слитков полупроводников, подготовка и обработка пластин	**Содержание**			З1 З2 У1 ОК1 ОК2 ПК3.1
	1.1	Вводные понятия. Краткий исторический обзор развития производства приборов твердотельной электроники. Основные научно-технические направления развития твердотельной электроники. Особенности технологии производства изделий твердотельной электроники.	1	
	1.2	Преимущества кремниевой технологии и требования к кремнию как к материалу для микроэлектронной промышленности	1	
	1.3	Получение металлургического и электронного кремния	1	
	1.4	Структура и дефекты монокристаллического кремния	1	
	1.5	Методы Чохральского и зонной плавки	1	

	1.6	Подготовка и обработка пластин	1	
Раздел 2. Технология получения эпитаксиальных пленок	**Содержание**			З1 З2 У1У2 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9 ПК3.1-3.3
	2.1	Причина появления технологии изготовления эпитаксиальных пленок и их преимущества.	1	
	2.2	Молекулярно-лучевая эпитаксия. Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок. Газофазная, жидкофазная и твердофазная эпитаксия	1	
	Практические занятия			
	1	Способы и кинетика наращивания эпитаксиальных слоев	1	
	2	Оборудование и оснастка для эпитаксии. Последовательность технологических переходов при эпитаксии.	1	
Раздел 3. Кремний на диэлектрической подложке	**Содержание**			З1 З2 У1У2 ОК1, ОК2, ОК4 ПК3.1-3.3
	3.1	Кремний на изоляторе (КНИ - технология)	2	
	3.2	Кремний на сапфире (КНС - технология)	2	
	Практические занятия			
	3	Методы получения поликристаллических пленок кремния.	2	
Раздел 4. Защитные диэлектрические пленки и поликристаллический кремний	**Содержание**			З1 З3 У1 У3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9 ПК3.1-3.3
	4.1	Использование двуокиси кремния (SiO2) в производстве интегральных микросхем (ИМС)	1	
	4.2	Механизм термического роста SiO2	1	
	4.3	Пиролитическое осаждение пленок	2	
	4.4	Плазмохимическое окисление	2	
	4.5	Способы получения пленок нитрида кремния Si3N4 и поликристаллического кремния	2	
	Практические занятия			
	4	Термическое окисление кремния	2	
	5	Пиролитическое осаждение SiO_2	2	
	6	Плазмохимическое осаждение SiO_2	2	

	7	Методы получения пленок нитрида кремния.		
Раздел 5. Диффузия	**Содержание**			
	5.1	Назначение диффузии	1	З1 З2 З3 У1У2 У3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9 ПК3.1-3.3
	5.2	Механизмы диффузии	1	
	5.3	Модели диффузии	2	
	5.4	Способы измерения диффузионного профиля	2	
	Практические занятия			
	8	Распределение примеси при диффузии из бесконечного и ограниченного источника.	2	
	9	Последовательность технологических переходов при диффузии	2	
Раздел 6. Ионная имплантация	**Содержание**			
	6.1	Назначение процесса ионной имплантации. Физико-химические основы ионной имплантации в кремний.	2	З2 З3 У2 У3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9 ПК3.1-3.3
	6.2	Технологические особенности процесса ионной имплантации. Оборудование для имплантации.	2	
	6.3	Дефекты при ионной имплантации и способы их устранения	1	
	6.4	Методы контроля ионно-имплантированных слоев	1	
	6.5	Применение ионной имплантации в технологии, основные проблемы и способы контроля процесса.	2	
	Практические занятия			
	10	Распределение ионно-имплантированных примесей в полупроводниках	4	
Раздел 7. Металлизация	**Содержание**			
	7.1	Назначение и требования к металлизации в производстве ИМС	2	З1 З2 У1У2 З ОК1, ОК2, ОК4, ОК9 ПК3.1-3.3
	7.2	Способы металлизации. Металлизация с использованием: источников резистивного нагрева; электронно-лучевого испарения; источников индукционного нагрева; ионного распыления; магнетронного источника.	2	

	7.3	Проблемы металлизации и способы их устранения	2	
	Практические занятия			
	11	Технология формирования тонких пленок методом термического испарения в вакууме	4	
	12	Технология магнетронного распыления материалов	4	
Раздел 8. Литография	**Содержание**			З1 З2 З3 У1У2 У3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9 ПК3.1-3.3
	8.1	Основы литографии. Типичные технологические шаги процесса литографии. Подложки. Способы очистки.	1 1	
	8.2	Оптическая литография	2	
	8.3	Электронно-лучевая и ионная литография	2	
	8.4	Рентгеновская литография		
		Практические занятия		
	13	Подобрать условия проведения иммерсионной литографии и тип фоторезиста с целью получения маски для элементов с заданными минимальной длиной и шириной	4	
Раздел 9. Технологии производства СБИС	9.1	Основы КМОП технологии производства СБИС	2	З1 З2 У1 ОК1, ОК2, ПК3.1-3.3
	9.2	Основы технологии производства КМОП СБИС	1	
	9.3	Основы технологии производства биполярных СБИС	1	
Раздел 10. Методы контроля и диагностики элементов ИМС	**Содержание**			
	10.1	Исследование морфологии пленок.	2	З1 З2 З3 У1У2 У3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9 ПК3.1-3.3
	10.2	Исследование химического состава пленок	1	
	10.3	Изучение кристаллографической структуры	1	
	Лабораторные занятия			
		Измерение электрических характеристик полупроводниковых изделий	6	
Раздел 11. Методы сборки и герметизации	**Содержание**			З1 З2 З3 У1У2 У3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9 ПК3.1-3.3
	11.1	Стадии сборки интегральных микросхем	2	
	11.2	Типы корпусов и технология их производства	2	
	11.3	Методы герметизации. Типовые технологические маршруты производства ИМС	1	

	11.4	Классификация дефектов на технологических операциях производства ИМС	1	
	Лабораторные занятия			
		Микросборка ИМС	4	
Самостоятельная работа при изучении раздела.				
Примерная тематика внеаудиторной самостоятельной работы 1. Работа с учебником, специальной литературой и конспектом лекций 2. Подготовка к лабораторно-практическим занятиям. Подготовка докладов: – 1. Конструктивно-технологические варианты изоляции элементов микросхем друг от друга. – 2. Сравнительная характеристика и область применения фотолитографических и электроннолитографических методов. – 3. Методы нанесения металлических пленок при создании микроэлектронных приборов. – 4. Сравнительные характеристики методов диффузионного и ионного легирования полупроводников. – 5. Методы формирования эпитаксиальных слоев. – 6. Сравнительный анализ рентгеновской, электронной и ионной литографий. – 7. Сравнительные характеристики химических и плазменных методов травления в технологии производства микросхем. – 8. Получение монокристаллов полупроводниковых материалов методами направленной кристаллизации из расплава. – 9. Физические основы и технология формирования тонких диэлектрических пленок методами химического и плазмохимического осаждения. – 10. Физическая сущность и основные этапы процесса фотолитографии. – 11. Изготовление изделий из стекла и керамики. – 12. УЗ обработка в производстве изделий электронной техники. – 13. Электронно-лучевая обработка материалов в электронной промышленности. – 14. Конструкции элементов полупроводниковых микросхем, методы изоляции элементов. – 15. Технология изготовления гибридных микросхем.			10	
МДК.03.02 Технология материалов электронной техники			48	**ПК3.1 ПК3.2 ПК3.3 ОК1 ОК2 ОК4 ОК9**
Раздел 1 Введение в технологию материалов	**Содержание**			З1 У1 ОК1, ОК2,

электронной техники			1	ПК3.1
	1.1	Цели и задачи изучения материалов электронной техники. Основные понятия и определения.	1	
	1.2	Разнообразие материалов электронной техники; специфические требования, предъявляемые к ним.		
Раздел 2 Классификация материалов	**Содержание**			З1 З2 У1У2 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9 ПК3.1,3.3
	2.1	Кристаллические и аморфные твердые тела.	1	
	2.2	Типы межатомных связей. Связь Ван-дер-Ваальса. Ионная связь. Ковалентная связь. Металлический тип связи. Влияние типа связи на свойства материалов.	1 2	
	2.3	Классификация материалов по величине и характеру проводимости: проводники (металлы), диэлектрики и полупроводники. Различия в зонной структуре материалов.		
	Практические занятия		1	
	1	Строение атома и химическая связь в веществах	1	
	2	Строение твердых тел		
Раздел 3 Физические процессы в диэлектриках	**Содержание**			З1 З3 У1 У3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9 ПК3.1,3.3
	3.1	Поляризация диэлектриков. Понятия вектора поляризации, диэлектрической восприимчивости и диэлектрической проницаемости. Механизмы поляризации. Упругая электронная, ионная и дипольная поляризации. Виды тепловой поляризации	2	
	3.2	Время релаксации для диэлектриков и частотная зависимость диэлектрической проницаемости. Тангенс угла диэлектрических потерь. Механизмы электропроводности диэлектриков. Пробой диэлектриков.	2	

	3.3	Сегнетоэлектрики: спонтанная поляризация, температура Кюри, доменная структура, поведение во внешнем электрическом поле, примеры материалов. Прямой и обратный пьезоэлектрические эффекты, применение пьезоэлектриков. Пироэлектрики и их использование в электронной технике. Электреты: их характеристики и применения.	2	
	Практические занятия:			
	3	Определение электрических характеристик диэлектриков	1	
Раздел 4. Диэлектрические материалы	**Содержание**			З1 З2 У1У2 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9 ПК3.1,3.2
	4.1	Слюда, ее структура и свойства. Органические диэлектрики. Линейные и пространственные полимеры.	1	
	4.2	Полиэтилен, фторуглероды, полиимиды, поливинилхлорид, полиметилметакрилат – их основные свойства и области использования. Компаунды, слоистые пластики – принципы их получения. Пъезокварц.	1	
	4.3	Активные элементы квантовых генераторов: рубин, алюмо-иттриевый гранат. Стекла, их структура и принципы получения. Стекла для оптических квантовых генераторов, халькоге-нидные стекла, стекла для изготовления оптических волокон. Ситаллы. Керамика, особенности технологии изготовления керамических изделий.	1 1	
	4.4	Сегнетокерамика, пьезокерамика, электроизоляционная керамика, конденсаторная керамика, сверхпроводящая керамика.	1	
	Практические занятия			
	4	Физические процессы в диэлектриках	1	
	5	Влияние внешних факторов на свойства диэлектриков	1	
	6	Диэлектрические потери и диэлектрическая проницаемость		
Раздел 5.	**Содержание**			З1 З2 З3 У1У2 У3

Полупроводниковые материалы	5.1	Классификация полупроводников, особенности зонной структуры полупроводников, их применение.	2	ОК1, ОК2, ОК4, ОК9 ПК3.1-3.3
	5.2	Элементарные полупроводники. Полупроводниковые соединения А3В5 и А2В6. Другие полупроводники.	1	
	5.3	Дефекты полупроводниковых монокристаллов: вакансии, междоузельные атомы, антиструктурные дефекты, дислокации, границы раздела. Примеси в полупроводниках: примеси замещения, примеси внедрения. Типичные доноры и акцепторы.	1	
	5.4	Методы выращивания кремния, германия и арсенида галлия: метод зонной плавки, метод Чохральского. Обозначения полупроводниковых материалов.	2	
	Практические занятия			
	7	Основные характеристики проводниковых материалов.	1	
	8	Собственные и примесные полупроводники	1	
	9	Влияние внешних факторов на свойства полупроводников	1	
Раздел 6 Металлы и сплавы	**Содержание лекции**			З1 З2 У1У2 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9 ПК3.1-3.2
	6.1	Классификация проводниковых материалов. Сравнение основных характеристик металлов, используемых в электронной технике.	2	
	6.2	Тугоплавкие металлы, благородные металлы и металлы со средней и низкой температурой плавления. Сплавы: сплавы замещения и сплавы внедрения.	1	
	6.3	Понятие фазы и компонента. Правило фаз Гиббса. Диаграммы состояния многокомпонентных систем.	1	
	Практические занятия			
	10	Построение диаграмм состояния. Правило отрезков.	1	
Раздел 7 Высокочистые вещества	**Содержание лекции**			З1 З2 З3 У1У2 У3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9 ПК3.1-3.3
	7.1	Общая характеристика чистоты веществ, используемых в электронной технике. Классификация веществ высокой чистоты.	1	

	7.2	Процессы разделения и очистки веществ. Сорбционные процессы. Физическая и химическая адсорбция, десорбция.	1	
	7.3	Изотермы адсорбции 1-го и 2-го рода. Золь-гель технология. Ионный обмен.	1	
	7.4	Разделение и очистка веществ сублимацией и дистилляцией. Очистка материалов электронной техники кристаллизационным методом.	1	
Самостоятельная работа при изучении раздела. 1. Работа с учебником, специальной литературой и конспектом лекций 2. Подготовка к практическим занятиям.			2	

УП 03.01 Учебная практика				
Виды работ	**Номер задания по практике**	**Наименование лаборатории, необходимое оборудование**	**Количество часов**	**Планируемые результаты**
Организационное собрание, на котором студентов знакомят с целью и задачами практики, с руководителями практики от колледжа, сроки прохождения практики, мероприятиями текущего контроля и формой итоговой аттестации. Инструктаж по ТБ, ОТ,ПБ	1	Электромонтажная мастерская Детали, узлы РЭА; Блоки РЭА; Нормативно-технические материалы, ГОСТы, ОСТы; Схемы управления качеством продукции.	2	ПК3.1, ПК3.2, ПК3.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9
Изучение особенностей полупроводникового производства. Демонстрация образцов основных полупроводниковых материалов. Демонстрация образцов полупроводниковых приборов и интегральных схем. Работа с литературой.	2	Электромонтажная мастерская Детали, узлы РЭА; Блоки РЭА; Нормативно-технические материалы, ГОСТы, ОСТы; Схемы управления качеством продукции.	4	ПК3.1, ПК3.2, ПК3.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9

Изучение основных особенностей механической и химической обработки полупроводников. Требования к подложкам. Демонстрация образцов. Знакомство с методами нанесения тонких пленок. Экскурсия по лабораториям кафедры твердотельной электроники. Знакомство с технологическим оборудованием. Работа над отчетом.	3	Электромонтажная мастерская Детали, узлы РЭА; Блоки РЭА; Лаборатории кафедры твердотельной электроники. Нормативно-технические материалы, ГОСТы, ОСТы; Схемы управления качеством продукции.	6	ПК3.1, ПК3.2, ПК3.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9
Изучение процесса эпитаксии. Окисление кремния. Демонстрация образцов. Травление полупроводников. Работа над отчетом.	4	Электромонтажная мастерская Детали, узлы РЭА; Блоки РЭА; Лаборатории кафедры твердотельной электроники. Нормативно-технические материалы, ГОСТы, ОСТы; Схемы управления качеством продукции.	6	ПК3.1, ПК3.2, ПК3.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9
Изучение технологического маршрута изготовления биполярного транзистора. Изучение топологии биполярного транзистора. Классификация интегральных схем. Измерение геометрических размеров элементов биполярного транзистора. Работа над отчетом.	5	Электромонтажная мастерская Детали, узлы РЭА; Блоки РЭА; Нормативно-технические материалы, ГОСТы, ОСТы; Схемы управления качеством продукции.	6	ПК3.1, ПК3.2, ПК3.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9
Изучение методов изоляции элементов интегральных схем. Оформление экспериментальной части отчета.	6	Электромонтажная мастерская Детали, узлы РЭА; Блоки РЭА; Нормативно-технические материалы, ГОСТы, ОСТы; Схемы управления качеством продукции	6	ПК3.1, ПК3.2, ПК3.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9
Обработка материалов практики, подбор и структурирование материала для раскрытия соответствующих тем для отчета. Оформление отчета. Предоставление отчета руководителю.	7	Электромонтажная мастерская Детали, узлы РЭА; Блоки РЭА; Нормативно-технические материалы, ГОСТы, ОСТы; Схемы управления качеством продукции.	6	ПК3.1, ПК3.2, ПК3.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9

Подготовка к зачету и сдача зачета по практике				

ПП 03.01 Производственная практика				
Виды работ	**Номер задания по практике**	**Наименование лаборатории, необходимое оборудование**	**Количество часов**	**Планируемые результаты**
Организационное собрание, на котором студентов знакомят с целью и задачами производственной практики, с руководителями практики от колледжа, сроки прохождения практики, мероприятиями текущего контроля и формой итоговой аттестации. Распределение по базовым предприятиям. Знакомство с руководителями практики . инструктаж по ТБ, ОТ,ПБ	1	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	6	Освоение компетенций ПК3.1, ПК3.2, ПК3.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9
Изучение процесса производства изделий твердотельной электроники	2	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	10	Освоение компетенций ПК3.1, ПК3.2, ПК3.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9
Изучение технологических процессов производства кристаллов полупроводниковых приборов и интегральных схем в составе кремниевых пластин.	3	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	10	Освоение компетенций ПК3.1, ПК3.2, ПК3.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9

Знакомство студентов с экономикой, организацией и планированием производства, с составом и структурой основных фондов предприятия, оборотных средств и затрат на производство, с расчетом амортизации и износа оборудования, расчетом себестоимости изделий, выбор изделия – аналога для расчета конкурентоспособности.	4	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	4	Освоение компетенций ПК3.1, ПК3.2, ПК3.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9
Изучение вопросов безопасности на рабочих местах различного назначения и обратить особое внимание на экологическое воздействие данного предприятия на окружающую среду.	5	Техническое оснащение и оборудование для реализации процесса производства изделий твердотельной электроники на предприятиях радиотехнического профиля города Воронежа.	6	Освоение компетенций ПК3.1, ПК3.2, ПК3.3 ОК1, ОК2, ОК4, ОК9

Экзамен по модулю	6	
Всего	**256**	

3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3.1 Требования к материально-техническому обеспечению

Реализация профессионального модуля требует наличия учебной аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья)
- компьютер ITP Business – 10 шт

Помещение для самостоятельной работы

Комплект учебной мебели: рабочие места обучающихся (столы, стулья); Персональные компьютеры с установленным программным обеспечением, подключенные к сети Интернет, с доступом в электронно-библиотечные системы и электронную информационно-образовательную среду.

Профильные организации: Акционерное общество «ВЗПП-Микрон» (Договор № 03-27/5 о практической подготовке при проведении практики обучающихся ВГТУ от 14.02.2023 срок действия – до 01.09.2027); Акционерное общество «Корпорация НПО «РИФ» (Договор № 03-27/7 о практической подготовке при проведении практики обучающихся ВГТУ от 16.02.2023 срок действия – до 01.09.2027); Акционерное общество «Научно-исследовательский институт электронной техники» (Договор № 03-27/6 о практической подготовке при проведении практики обучающихся ВГТУ от 14.02.2023 срок действия – до 01.09.2027), в соответствии с договором создают условия для получения обучающимися опыта профессиональной деятельности, предоставляют обучающимся и руководителю практики от кафедры возможность пользоваться помещениями организации (лабораториями, кабинетами, библиотекой), предоставляют оборудование и технические средства обучения в объеме, позволяющем выполнять определенные виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью обучающегося

3.2. Перечень нормативных правовых документов, основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения профессионального модуля

а) Нормативно-правовые акты:

1. Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 февраля 2017г. № 06-156 О методических рекомендациях по реализации федеральных образовательных стандартов среднего профессионального образования по 50 наиболее востребованным и

перспективным профессиям и специальностям

2. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты среднего профессионального образования» от 17 декабря 2020 г. № 747

б) Основные источники:

2. Лозовский В.Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность: учеб. пособие / В.Н. Лозовский, С.В. Лозовский. – СПб.: Лань, 2022. – 332 с. URL: https://e.lanbook.com/book/206276

3. Рембеза С.И. Введение в микроэлектронику и наноэлектронику: учеб. пособие / С.И. Рембеза, Е.С. Рембеза. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2017. –148 с.

6. Новокрещенова Е.П Материалы и элементы электронной техники : Учеб. пособие. Ч1. - Воронеж :ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2010-221 с

7. Орликов, Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники : учебное пособие [Электронный ресурс] / Л.Н. Орликов. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - Ч. 1. - 98 с. URL: https://www.iprbookshop.ru/13990.html

9. Пасынков В.В. Материалы электронной техники: учебник / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. – 6-е изд., стереотип. – СПб. : Лань, 2004 – 368 с

10. Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию / Н. Кобаяси. – М.: Бином, 2005. – 134 с.

11. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: Учебное пособие для вузов. – М.: Техносфера, 2005. – 407с.

в) дополнительная литература:

1.Беляев Н.В. Чистые производственные помещения микро- и наноэлектроники: учеб. пособие / Н.В. Беляев. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «ВГТУ», 2013. – 137 с.

2. Бордаков Е.В. Проектирование топологии и технологии интегральных микросхем: учеб. пособие. Ч. 2. / Е.В. Бордаков, В.И. Пантелеев. – Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2005. – 237 с.

4. Парфенов О.Д. Технология микросхем: учеб. пособие для вузов / О.Д. Парфенов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 318 с

5. Готра З.Ю. Технология микроэлектронных устройств: справочник. – М.: Радио и связь, 1991. – 528 с

6. Щука А.А. Электроника: учеб. пособие / А.А. Щука; под ред. А.С. Сигова. – СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.

Интернет-ресурсы:

Отечественные специализированные журналы:

1 http://www.prochip.ru – «Современная электроника»,

2 http://www.pribor.ru – «Технологии в электронной промышленности»,

3 http://www.petrointrade.ru – «Компоненты и технологии»,

4 http://www.elektronics.ru – «Электроника. Наука. Технология. Бизнес»,

5http://www.ostec.smt.ru – информационный бюллетень «Поверхностный монтаж»,
6 http://www.platan.ru – «Приборы и инструменты»,
7 http://www.ostec-micro.ru – «Степень интеграции».

Справочная литература:

1. Турута Е.Ф. Транзисторы: Справочник / Е.Ф. Турута – том 1.- СПб.: Наука и техника, 2006-532с.
2. Зарубежные микросхемы, транзисторы, тиристоры, диоды + SMD. A…Z, справочник / изд. 2-е перераб. и доп., том 1.- СПб.: Наука и техника, 2005-649с.

3.3. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных, информационных справочных систем ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения профессионального модуля

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавательским составом используются следующее программное обеспечение:

ОС Windows 7 Pro;
MS Office 2007;
Kaspersky Endpoint Security;
7-Zip;
Google Chrome;
PDF24 Creator;

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавательским составом используются следующие информационно справочные системы: электронная библиотечная система «Юрайт», Электронный каталог Научной библиотеки ВГТУ, Виртуальные справочные службы, Библиотеки, Англоязычные ресурсы и порталы, и иные ИСС:

1. Информационно-справочная система GOSTRF.com // Режим доступа: [http://www.gostrf.com/].
2. Информационно-правовая система «Гарант» // Режим доступа: [http://www.garant.ru/].
3. Информационно-правовая система «Консультант» // Режим доступа: [http://www.consultant.ru/online/].

3.4. Особенности реализации профессионального модуля для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается индивидуальный график обучения.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, создаются фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (ВИДА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)

4.1 Контроль и оценка профессиональных компетенций:

Код и наименование компетенции	Показатели освоения компетенции	Формы и методы контроля
ПК 3.1. Осуществлять подготовку и запуск технологического оборудования для производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники.	Знает устройство технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники и фотоники, правила его запуска и эксплуатации, а также параметры и режимы работы	Оценка за выполнение практических работ Оценка за выполнение и защиту отчетов по лабораторным работам Оценка выполнения работ во время практики, отражённые в дневнике практики, аттестационном листе.
	Владеет основными сведениями по подготовке и запуску технологического оборудования для производства изделий твердотельной электроники и фотоники	
	Выполняет подготовку и запуск технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники, измеряет параметры и режимы работы технологического оборудования	
ПК 3.2. Устанавливать, контролировать и регулировать параметры и режимы технологических установок для производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники.	Знает порядок регулировки параметров и режимов технологического оборудования, возможные причины отказов в его работе; техническую и технологическую документации; особенности конструкций разных видов изделий твердотельной электроники и фотоники;	Оценка за выполнение практических работ Оценка за выполнение и защиту отчетов по лабораторным работам Оценка выполнения работ во время практики, отражённые в дневнике практики, аттестационном листе.
	Выполняет операции по регулировке параметров и режимов технологического оборудования; аварийное выключение технологического оборудования; оформляет необходимую техническую документацию; осуществляет входной контроль и подготовку материалов и изделий перед выполнением операций технологического процесса; проводит простейшие расчёты основных технологических процессов	
	производит установку, контроль и регулировку параметров и режимов технологических установок для производства изделий твердотельной электроники и фотоники	

ПК 3.3. Выполнять операции технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники (по видам).	Знает основные материалы и технологические процессы, применяемые для изготовления изделий твердотельной электроники; режимы, методы изготовления изделий твердотельной электроники	Оценка за выполнение практических работ Оценка за выполнение и защиту отчетов по лабораторным работам Оценка выполнения работ во время практики, отражённые в дневнике практики, аттестационном листе.
	Проводит техническое сопровождение процесса и несложный ремонт технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники	
	Выполняет операций технологического процесса производства изделий твердотельной электроники; исследует основных характеристик материалов электронной техники	
	Производит операции технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники в соответствии с технологической документацией, оценивает качество изделий при визуальном и параметрическом контроле. Проводит исследование параметров материалов электронной техники и	Оценка за выполнение практических работ Оценка за выполнение и защиту отчетов по лабораторным работам Оценка выполнения работ во время практики, отражённые в дневнике практики, аттестационном листе.

4.2 Контроль и оценка общих компетенций:

Код и наименование компетенции	**Показатели освоения компетенции**	**Формы и методы контроля**
ОК1 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам;	Наблюдение при выполнении работ по практике. Отзыв руководителя практики указанный в характеристике.
ОК 2 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации	Использует современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач	Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы

информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	профессиональной деятельности;	Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам.
ОК 4 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	Эффективно взаимодействует и работает в коллективе и команде;	Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам.
ОК 9 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	Пользуется профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы. Наблюдение при выполнении работ по практике. Отзыв руководителя практики указанный в характеристике.

Разработчики:
ФГБОУ ВО «ВГТУ», преподаватель первой категории

_____ Е.Н. Федорова

Руководитель образовательной программы
Преподаватель первой категории

_____ Р.Г. Анисимов

Эксперт
Заместитель генерального директора
по производству АО "ВЗПП-Микрон"

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ОТДЕЛ ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ "ВЗПП-Микрон" Россия Воронеж ОГРН 1023601533273

_____ Горожанкин Юрий Васильевич